Amazon Web Services

# ADS_HV

## EMF REPORT / RELAZIONE CEM

Reference: Z-C-AUT-RE-XX-11

A | 05 June 2026

This report takes into account the particular instructions and requirements of our client. It is not intended for and should not be relied upon by any third party and no responsibility is undertaken to any third party.

Job number 306134-00

**Arup Italia S.r.l.**
Corso Italia 1
Milan
20122
Italy
arup.com

Signed with NamirialSign
MATTEO BRUNO
01/07/2026 13:30:24 UTC+0200

# Document Verification

| | |
|---|---|
| **Project title** | ADS_HV |
| **Document title** | EMF Report / Relazione CEM |
| **Job number** | 306134-00 |
| **Document ref** | Z-C-AUT-RE-XX-11 |
| **File reference** | |

| **Revision** | **Date** | **Filename** | Z-C-AUT-RE-XX-10 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 05 June 2026 | **Description** | PTO - Città Metropolitana Milano | | |
| | | | **Prepared by** | **Checked by** | **Approved by** |
| | | **Name** | AR | PR | AMU |
| | | **Signature** | | | |
| | | **Filename** | | | |
| | | **Description** | | | |
| | | | **Prepared by** | **Checked by** | **Approved by** |
| | | **Name** | | | |
| | | **Signature** | | | |
| | | **Filename** | | | |
| | | **Description** | | | |
| | | | **Prepared by** | **Checked by** | **Approved by** |
| | | **Name** | | | |
| | | **Signature** | | | |

Issue Document Verification with Document ✓

# Sommario

**Sommario** **3**
**1. Introduzione** **4**
**2. Sintesi del quadro normativo** **5**
*2.1 Limiti* *5*
*2.2 Metodologia* *5*
**3. Costruzione del cavo** **7**
**4. Valutazione** **8**
*4.1 Campo elettrico* *8*
*4.2 Campo Magnetico* *8*
*4.3 Sezioni di posa* *9*
*4.4 Software di calcolo* *9*
*4.5 Valori del campo magnetico* *10*
**5. Conclusioni** **16**

# 1. Introduzione

Il progetto descritto in questo rapporto riguarda la realizzazione di due linee elettriche in cavo interrato da 220 kV, destinate a fornire la potenza elettrica necessaria al futuro Data Center nel Comune di Zibido San Giacomo. I cavi collegheranno la futura stazione elettrica Terna a 220 kV di Lacchiarella con la sottostazione situata all'interno del campus del Data Center.

Lo scopo del presente documento è quello di presentare la relazione sui Campi Elettromagnetici.

Le opere previste saranno realizzate nel Comune di Zibido San Giacomo (Italia), situato nella pianura della Valle del Po a sud di Milano. Il tracciato dei cavidotti attraversa aree pianeggianti utilizzate principalmente come terreni agricoli e risaie. L'intero tracciato è regolato dalle leggi e normative della legislazione italiana.

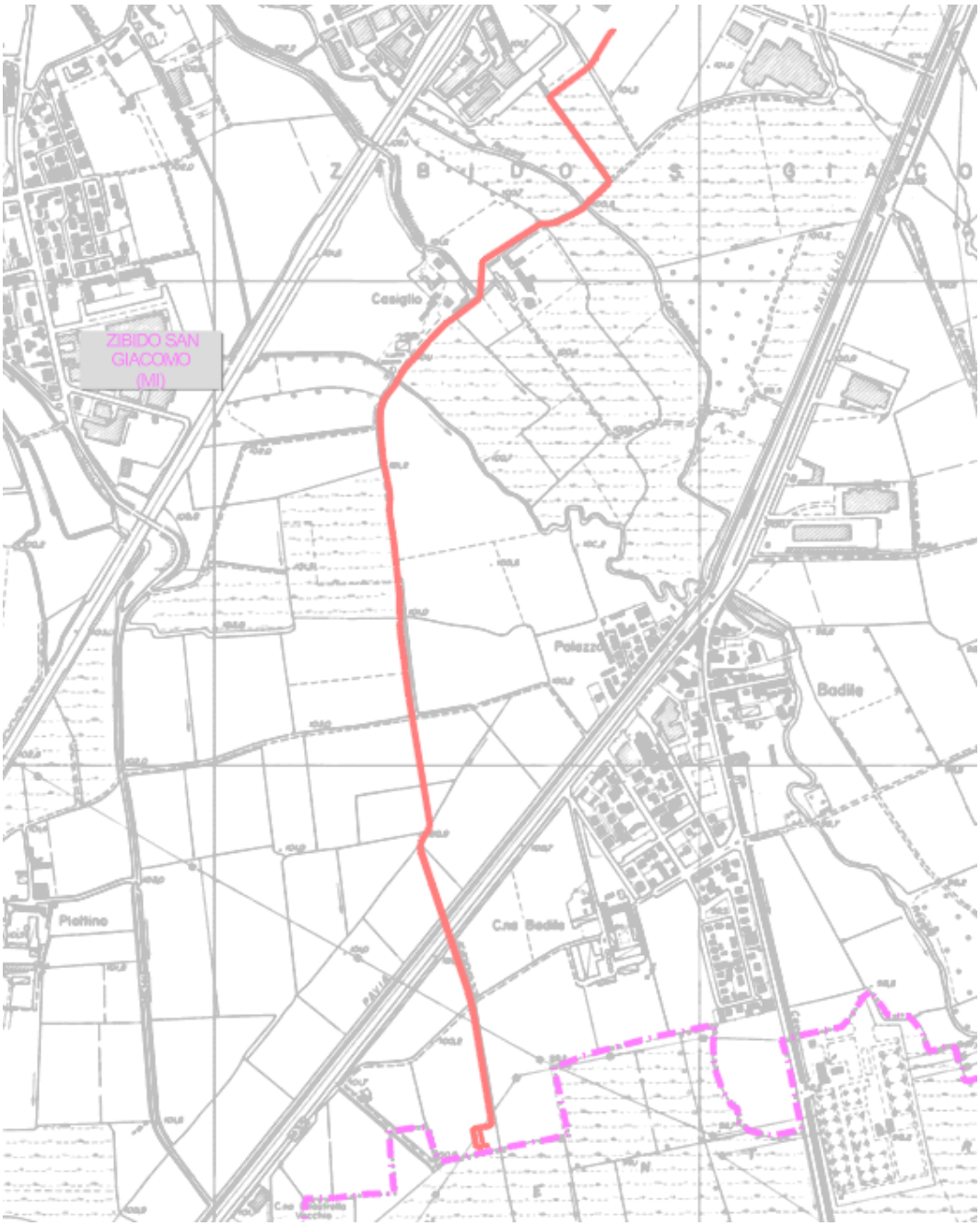



Figura 1 - CTR della Regione Lombardia con le linee elettriche evidenziate in rosso

# 2. Sintesi del quadro normativo

## 2.1 Limiti

L'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici è stata oggetto, negli ultimi anni, di numerosi interventi normativi.

Il quadro normativo nazionale è costituito dalle seguenti disposizioni:

- Legge 22/02/2001, n. 36: «Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici»;
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri (D.P.C.M.) 08/07/2003: «Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti»;
- Decreto Ministeriale 29/05/2008: «Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti»;
- Decreto Ministeriale 29/05/2008: «Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica».

La legge quadro si applica agli impianti, alle installazioni e alle apparecchiature destinati ad usi civili, militari e di polizia che possono esporre la popolazione o i lavoratori a campi elettrici, magnetici o elettromagnetici nell'intervallo di frequenza compreso tra 0 Hz e 300 GHz.

Il caso oggetto di studio riguarda una linea elettrica in esercizio alla frequenza di 50 Hz.

Lo Stato è responsabile della definizione dei seguenti parametri:

- **Limite di esposizione**: valore che non deve essere superato in alcuna condizione;
- **Valore di attenzione**: valore da non superare nelle aree sensibili (residenziali, scuole o luoghi in cui le persone permangono per più di 4 ore al giorno);
- **Obiettivo di qualità**: valore volto a minimizzare progressivamente l'esposizione nei nuovi impianti in prossimità di aree sensibili.

Tali valori sono stati definiti dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'8 luglio 2003.

- **Limiti:**

| | **Campo elettrico** | **Campo magnetico** |
|---|---|---|
| Limiti di esposizione | 5 kV/m | 100 μT |
| Valori di attenzione (*) | - | 10 μT |
| Obiettivi di qualità (**) | - | 3 μT |

(*) Valore mediano su 24 ore in condizioni normali di esercizio.

(**) Valore mediano su 24 ore per nuovi impianti e aree sensibili.

## 2.2 Metodologia

La metodologia di calcolo è definita da ulteriori disposizioni normative emanate dal Ministero dell'Ambiente (D.M. 29/05/2008), che stabiliscono i metodi di calcolo e le procedure di misura.

Per le linee in cavo interrato in alta tensione (HV), le fasce di rispetto devono essere calcolate utilizzando le correnti nominali massime secondo la norma CEI 11-17.

Sono consentiti due metodi di calcolo:

- **Metodo esatto**: mediante l'utilizzo di software 3D che considera la geometria e la disposizione dei conduttori;
- **Metodo approssimato**: approccio semplificato che definisce una zona di proiezione al suolo. Se un sito sensibile si trova al di fuori di tale zona, è garantito che il valore sia inferiore a 3 μT indipendentemente dall'altezza.

Ai fini della presente valutazione, in linea con la prassi del settore per le linee in cavo ad alta tensione, si adotta il secondo approccio, ossia la definizione di un corridoio entro il quale i livelli di campo magnetico risultano superiori ai limiti previsti dalla normativa locale. Qualsiasi area al di fuori di tale corridoio è considerata sicura.

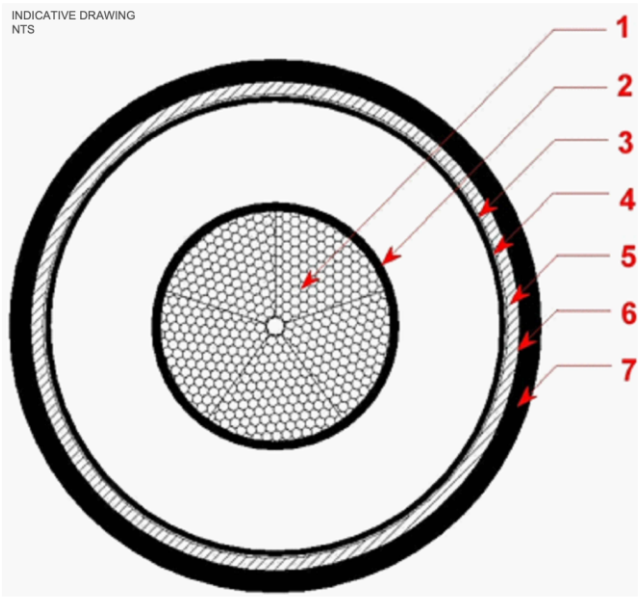
In particolare, vengono valutati i seguenti corridoi:

- **Distanza di Prima Approssimazione (DPA)**: rappresenta la distanza massima alla quale il campo magnetico raggiunge l'obiettivo di qualità di 3 μT, indipendentemente dalla profondità. Questo valore costituisce la stima più conservativa del corridoio;
- **Distanza al livello del suolo**: rappresenta il limite al quale l'obiettivo di qualità di 3 μT è raggiunto al livello del suolo. Tale valutazione tiene conto della reale profondità di posa;
- **Distanza a 1 m dal suolo**: rappresenta il limite al quale l'obiettivo di qualità di 3 μT è raggiunto a 1 m dal suolo. Tale valutazione tiene conto della reale profondità di posa.

I corridoi definiti nella presente valutazione sono utilizzati per individuare le possibili aree in cui il campo magnetico supera gli obiettivi di qualità. Il valore della DPA è utilizzato come primo criterio di valutazione. Qualora siano presenti recettori all'interno della DPA, questi vengono ulteriormente analizzati sulla base degli altri corridoi, in funzione della tipologia dei recettori e della reale posizione dei cavi in quella specifica area.

# 3. Costruzione del cavo

Ai fini della valutazione dei campi elettrici e magnetici, si prende in considerazione la seguente configurazione del cavo. Si precisa che la tipologia di cavo può variare in funzione del costruttore selezionato. Il presente studio è indipendente dalla configurazione del cavo, a condizione che i livelli di corrente rimangano invariati e che il cavo sia dotato di una guaina metallica elettricamente collegata al potenziale di terra.




| ARE4H5E CABLE - 220 KV - 1 x 1600 MM² | | |
|---|---|---|
| 1 | CONDUCTOR | ROUND ROPE BUFFERED WITH ALLUMINIUM WIRES |
| 2 | SEMICONDUCTIVE SCREEN | SEMICONDUCTIVE EXTRUDED COMPOUND |
| 3 | ISOLATION | XLPE |
| 4 | SEMICONDUCTIVE SCREEN | SEMICONDUCTIVE EXTRUDED COMPOUND |
| 5 | LONGITUDINAL INFILL | WATER SWELLABLE POLYMER |
| 6 | METAL SCREEN | ALUMINUM TAPE |
| 7 | OUTER SHEATH | POLYETHYLENE (GRAPHITED OR SEMICONDUCTIVE) |
| OUTER DIAMETER APPROX. (MM) 115<br>WEIGHT APPROX. (KG/M) 25 | | |

Figura 2 – Tipologico del cavo

# 4. Valutazione

## 4.1 Campo elettrico

A causa della presenza degli strati metallici del cavo (schermo/guaina) e della ridotta distanza tra i conduttori trifase, il campo elettrico risulta praticamente nullo in ogni punto.

Pertanto, il rispetto dei limiti normativi presso i ricettori sensibili è sempre garantito, indipendentemente dalla distanza dalla linea in cavo.

## 4.2 Campo Magnetico

### 4.2.1 Modello descrittivo

Il campo magnetico è generato dalla corrente che fluisce in ciascun singolo conduttore. Il collegamento a 220 kV è costituito da due circuiti trifase operanti in parallelo per la trasmissione di potenza. Ciascun circuito è rappresentato da un insieme di tre correnti bilanciate e simmetriche (di uguale ampiezza e sfasate di 120°).

Il campo magnetico risultante in un qualsiasi punto dello spazio è determinato dalla sovrapposizione dei contributi di tutti i conduttori.

Di conseguenza, una valutazione accurata del campo magnetico richiede la considerazione di tutte le possibili configurazioni di ripartizione della corrente tra i due circuiti.

| Scenario | Descrizione | Distribuzione delle correnti |
|---|---|---|
| 1 | Ripartizione equilibrata della potenza tra i due circuiti | 630/2 = 315 A per circuito |
| 2 | Condizione di guasto con un circuito in servizio che trasmette l'intera potenza | 630 A – un solo circuito |

La valutazione dello Scenario n. 2 è effettuata considerando un singolo circuito e calcolando il campo magnetico risultante, indipendentemente da quale dei due circuiti trasporti il carico. Poiché la geometria dei cavi è identica per entrambi i circuiti, il corridoio di sicurezza è definito in modo conservativo adottando, su ciascun lato, la distanza massima rispetto all'asse del circuito considerato.

## 4.3 Sezioni di posa

La verifica del campo magnetico è stata eseguita per tutte le configurazioni di installazione, come di seguito riportato.

| Layout | Descrizione | Rilevanza |
|---|---|---|
| 1 | Cavi posati in trincea standard.<br>Variante con disposizione a "L"<br>Variante con cavi disposti a trifoglio chiuso | La profondità di posa dei cavi varierà lungo il tracciato. La configurazione standard di trincea (1,6 m al fondo della trincea) è assunta come condizione più gravosa (maggiore prossimità alla superficie del suolo). |
| 2 | Trivellazione Orizzontale Teleguidata ("TOC") con configurazione dei cavi a trifoglio | Questo caso è considerato come un sotto-caso della trincea standard. I conduttori risultano più ravvicinati tra loro, generando un campo magnetico inferiore, e la profondità di posa in NDRC risulta maggiore. |
| 3 | Buca giunti | Questo caso deve essere considerato separatamente. |

## 4.4 Software di calcolo

La verifica del campo magnetico è stata eseguita utilizzando il software di terze parti XGSLab (Electromagnetic Simulator for Power Systems, Grounding, Interference and Lightning – www.xgslab.com). Il software esegue i calcoli in conformità alle norme IEC e alle raccomandazioni CIGRÉ.

## 4.5 Valori del campo magnetico

### 4.5.1 Tubiera – Trincea standard

La valutazione del campo magnetico si basa sulla configurazione riportata nella figura seguente:

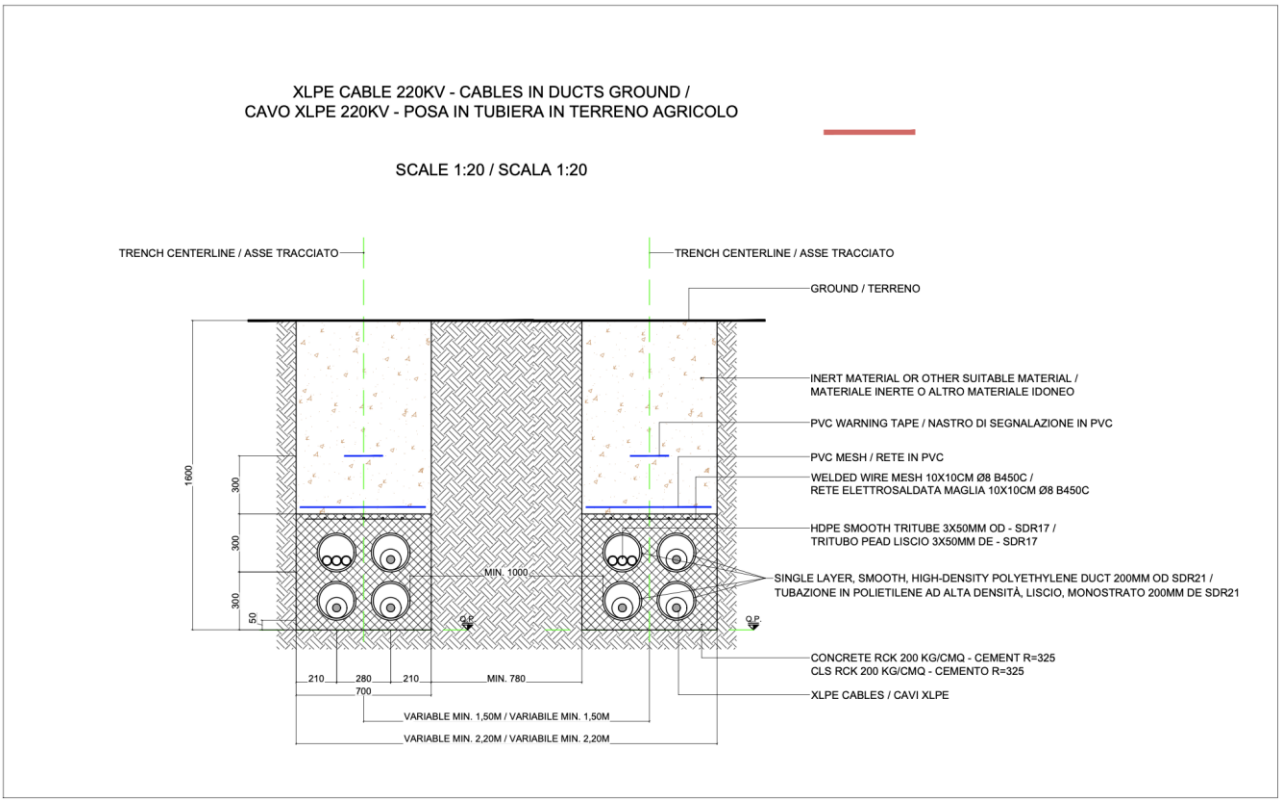



Figure 3 – Tipico di posa – Posa in tubiera Trincea standard

La valutazione del campo magnetico nei due scenari di distribuzione della corrente è riepilogata di seguito:

| **Risultati di calcolo** | **Scenario 1**<br>**(distribuzione uniforme delle correnti)** | **Scenario 2**<br>**(Un circuito con il 100% del carico)** |
|---|---|---|
| Valore massimo del modulo del campo magnetico | 17,0 µT al livello del terreno<br>6,5 µT 1m sopra al livello del terreno | 30,8 µT al livello del terreno<br>8,7 µT 1m sopra al livello del terreno |
| DPA | 4,2 m dall'asse della trincea<br>8,4 m larghezza totale | 4,85 m dall'asse della trincea<br>9,7 m larghezza totale |
| 3 µT al livello del terreno | 3,95 m dall'asse della trincea<br>7,9 m larghezza totale | 4,55 m dall'asse della trincea<br>9,1 m larghezza totale |
| 3 µT at 1m sopra il livello del terreno | 3,35 m dall'asse della trincea<br>6,7 m larghezza totale | 3,95 m dall'asse della trincea<br>7,9 m larghezza totale |

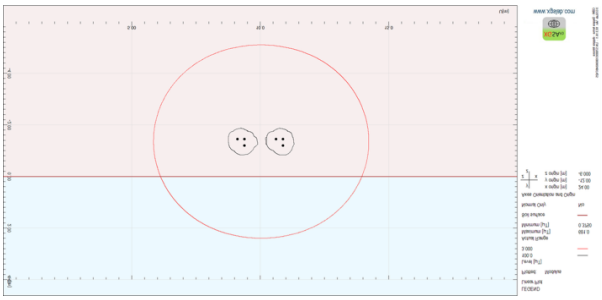


*Figure 4 – Linee di livello del campo magnetico (Scenario 1)*

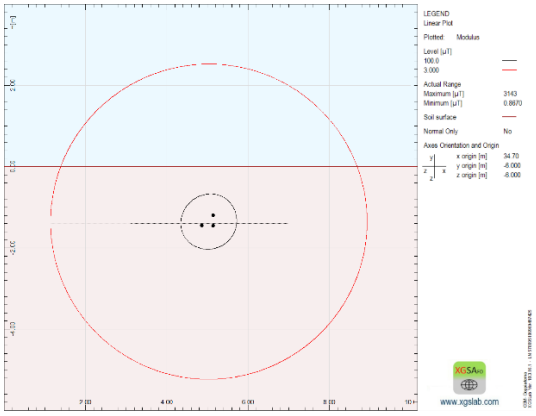



*Figure 5 - Linee di livello del campo magnetico (Scenario 2)*

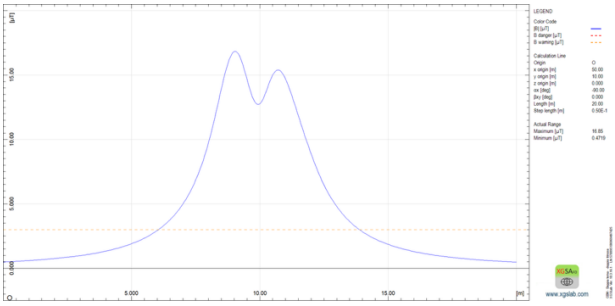


*Figure 6 – Distribuzione del campo magnetico al livello del suolo (Scenario 1)*

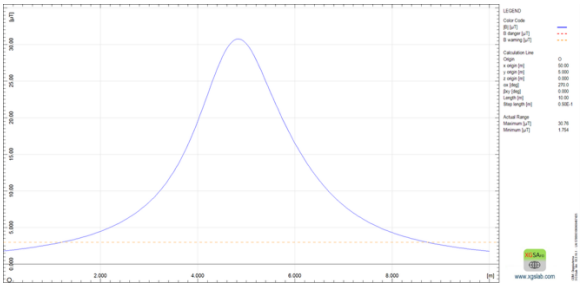


*Figure 7 - Distribuzione del campo magnetico al livello del suolo (Scenario 2)*

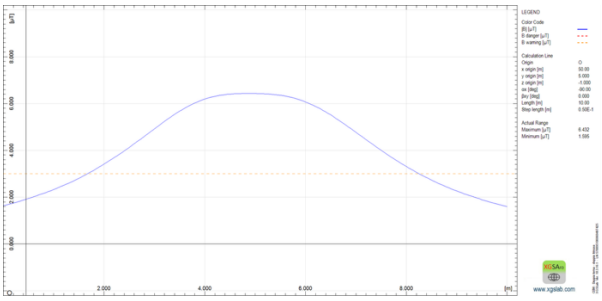


*Figure 8 – Distribuzione del campo magnetico a 1m dal suolo (Scenario 1)*

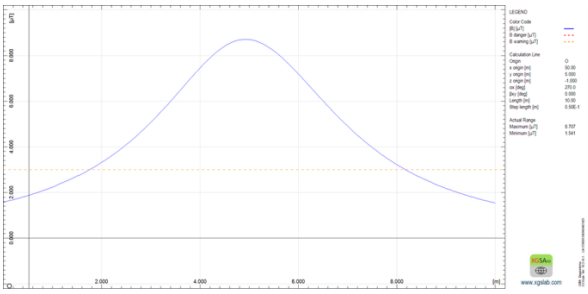


*Figure 9 - Distribuzione del campo magnetico a 1m dal suolo (Scenario 2)*

Lungo la trincea, i cavi potranno essere posati in condizioni direttamente interrate, con posa a trifoglio chiuso.

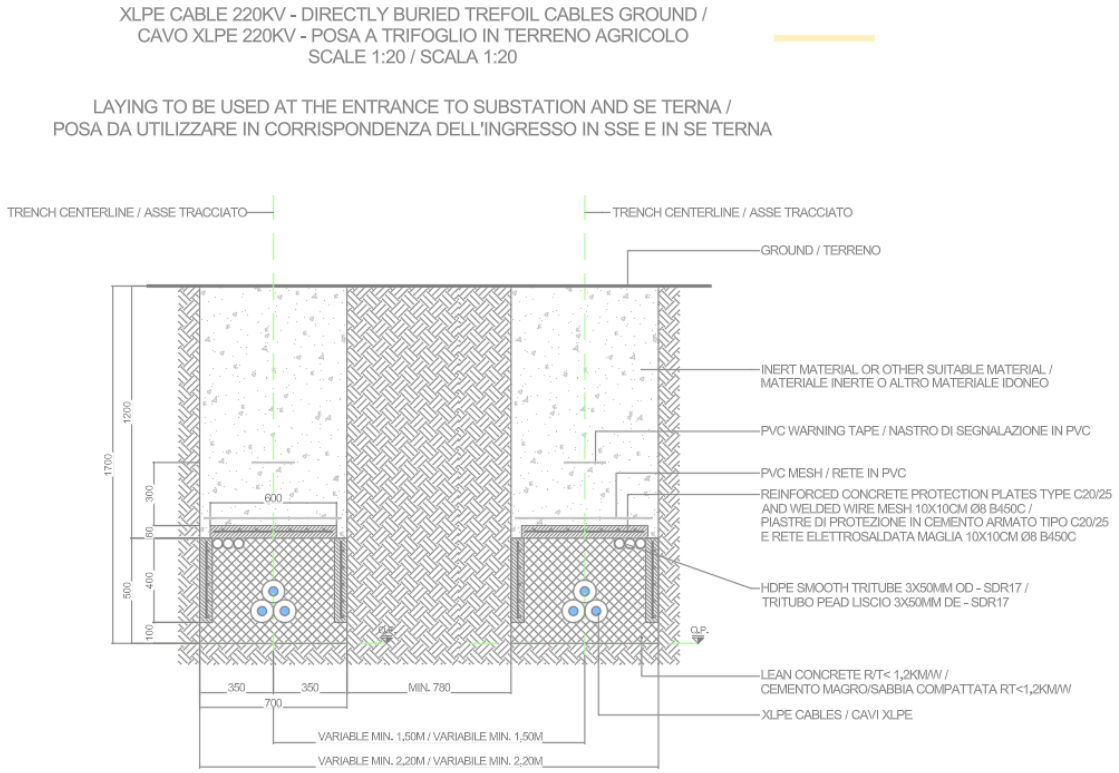



Figure 10 – Tipico di posa – Posa a trifoglio

Questa condizione rappresenta una situazione migliorativa rispetto alla precedente, con i conduttori più vicini fra di loro. I valori calcolati sono riportati nella seguente tabella.

| **Risultati di calcolo** | **Scenario 1**<br>**(distribuzione uniforme delle correnti)** | **Scenario 2**<br>**(Un circuito con il 100% del carico)** |
|---|---|---|
| Valore massimo del modulo del campo magnetico | 6,4 µT al livello del terreno<br>< 3 µT ad 1m sopra al livello del terreno | 10,3 µT al livello del terreno<br>3,1 µT 1m sopra al livello del terreno |
| DPA | 2,6 m dall'asse della trincea<br>5,2 m larghezza totale | 2,4 m dall'asse della trincea<br>4,8 m larghezza totale |
| 3 µT al livello del terreno | 2,1 m dall'asse della trincea<br>4,2 m larghezza totale | 2,00 m dall'asse della trincea<br>4,00 m larghezza totale |
| 3 µT at 1m sopra il livello del terreno | Sempre < 3 µT | 0,30 m dall'asse della trincea<br>0,60 m larghezza totale |

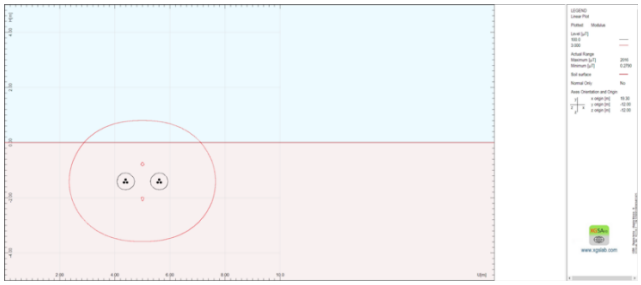


*Figure 11 – Linee di livello del campo magnetico (Scenario 1)*

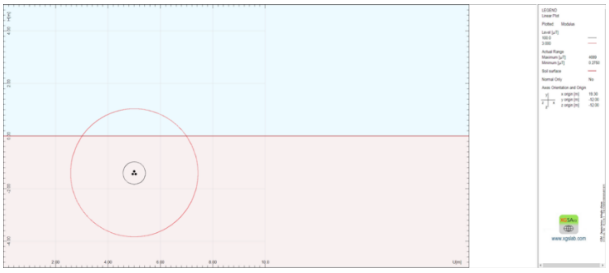


*Figure 12 - Linee di livello del campo magnetico (Scenario 2)*

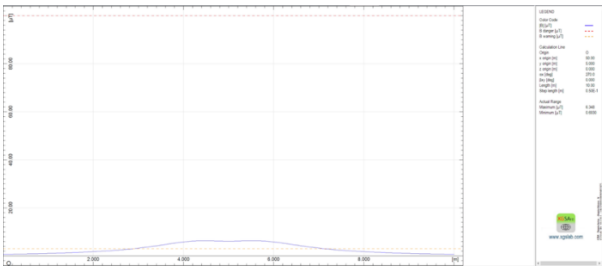


*Figure 13 – Distribuzione del campo magnetico al livello del suolo (Scenario 1)*

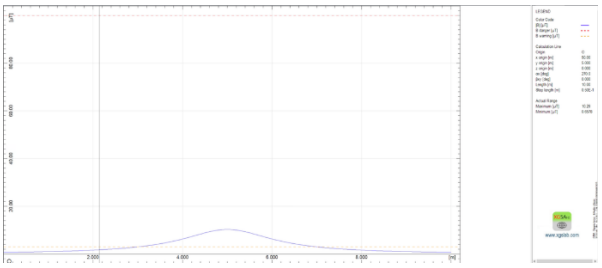


*Figure 14 - Distribuzione del campo magnetico al livello del suolo (Scenario 2)*

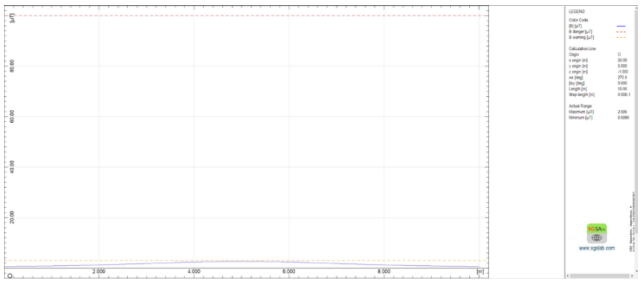


*Figure 15 – Distribuzione del campo magnetico a 1m dal suolo (Scenario 1)*

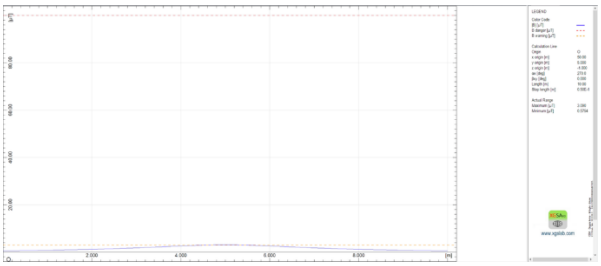


*Figure 16 - Distribuzione del campo magnetico a 1m dal suolo (Scenario 2)*

### 4.5.2 Buche giunti

I risultati mostrano che lo Scenario 1 è quello che genera il valore più elevato di campo magnetico, nonché la distribuzione spaziale più estesa in direzione perpendicolare all'asse dei circuiti. Per tale motivo, lo Scenario 1 è assunto come riferimento per la determinazione dei corridoi di sicurezza.

Profondità di posa (dalla superficie del suolo al centro del conduttore) 2 m

Distanza tra conduttori: 0,5 m

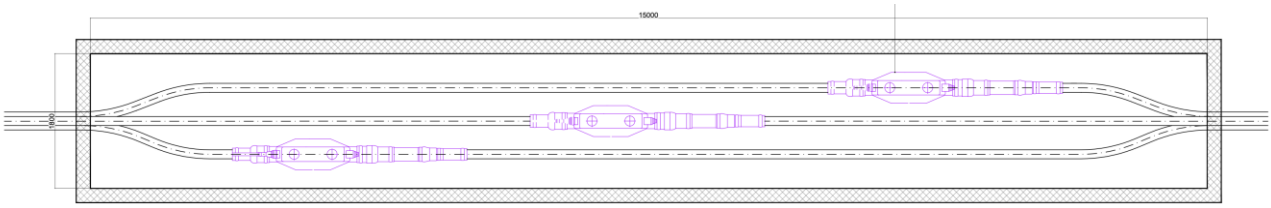



Figure 107 – Disposizione dei cavi nella buca giunti

La valutazione del campo magnetico è riepilogata di seguito:

| **Risultati di calcolo** | **Scenario 2**<br>**(Un circuito con il 100% del carico)** |
|---|---|
| Modulo massimo del campo magnetico | 26,0 µT al livello del suolo<br>12,0 µT a 1m sopra il livello del suolo |
| DPA | 7,20 m dall'asse della trincea<br>14,4 m larghezza totale |
| 3 µT al livello del suolo | 6,85 m dall'asse della trincea<br>13,7 m larghezza totale |
| 3 µT at 1m dal livello dal suolo | 6,45 m dall'asse della trincea<br>12,9 m larghezza totale |

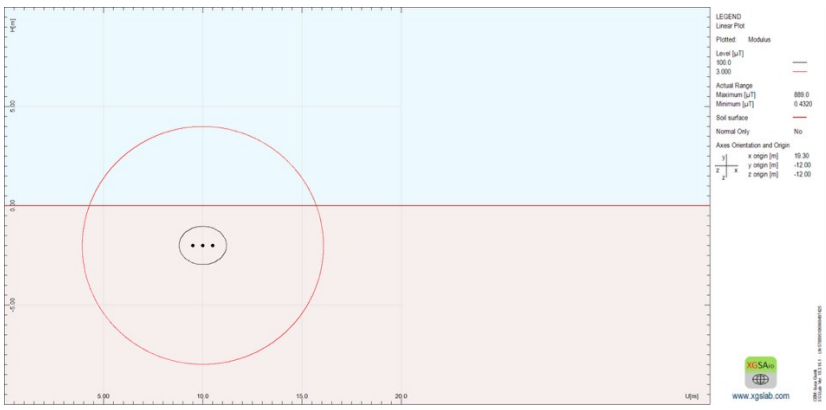



*Figure 11 – Linee di livello del campo magnetico (Scenario 2)*

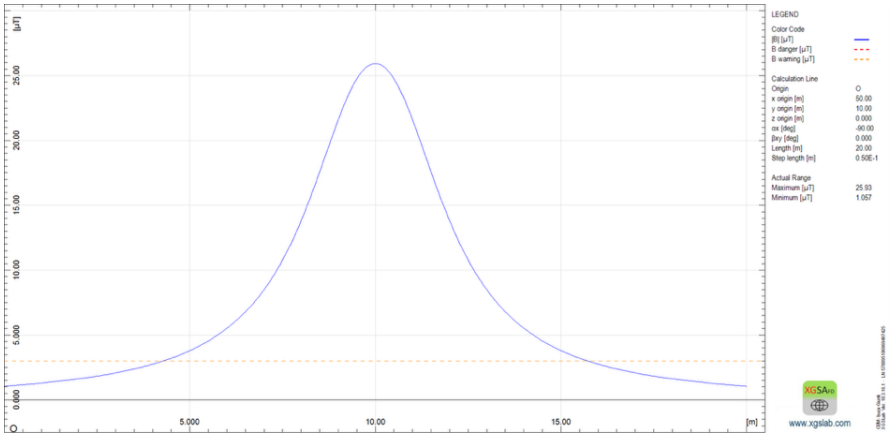



*Figure 129 - Distribuzione del campo magnetico al livello del suolo (Scenario 2)*

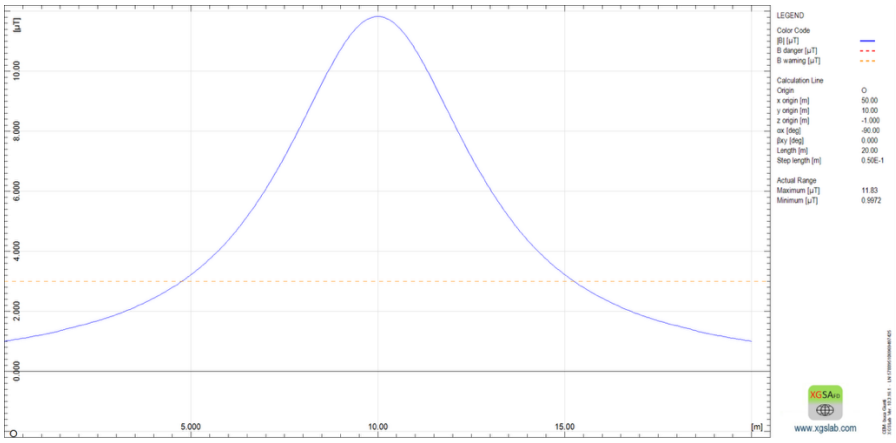



*Figure 20 - Distribuzione del campo magnetico a 1m dal suolo (Scenario 2)*

# 5. Conclusioni

Il presente rapporto riassume i limiti dei campi elettrici e magnetici previsti dalla normativa vigente nell'area in cui saranno installati i collegamenti in cavo a 220 kV. La valutazione del campo magnetico è stata effettuata in conformità alle leggi e normative locali, utilizzando il software di terze parti XGSLab. I corridoi e le aree di sicurezza sono calcolati e riepilogati di seguito:

**Campo elettrico**:

Il campo elettrico generato dai cavi è sempre confinato all'interno del cavo stesso, senza esposizione per la popolazione.

**Campo magnetico:**

1. Il campo magnetico è sempre inferiore al limite massimo di 100 µT.
2. I corridoi di sicurezza sono stati valutati per la trincea standard e per gli NDRC (TOC). La DPA è pari a 4,85 m dall'asse del circuito.
3. I corridoi di sicurezza sono stati valutati per le camere giunti. La DPA è pari a 7,20 m dall'asse del circuito.